

訂正版

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 9 月 7 日 (07.09.2001)

PCT

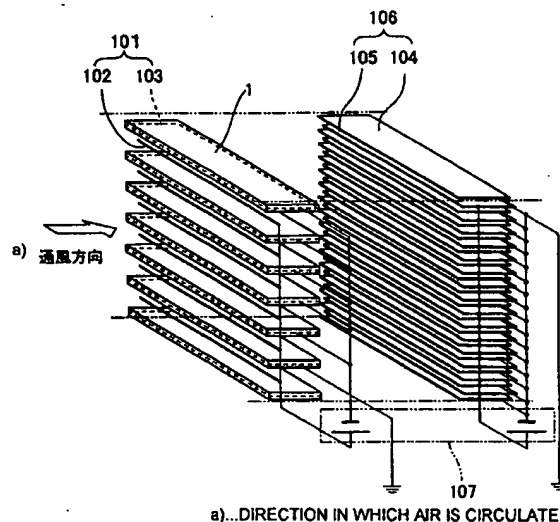
(10) 国際公開番号  
WO 01/64349 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B03C 3/38, 3/41, 3/45, 3/60, 3/14 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/01402 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 加藤 亮 (KA-  
(22) 国際出願日: 2001 年 2 月 26 日 (26.02.2001) TOU, Ryou) [JP/JP]; 〒486-0926 愛知県春日井市小  
(25) 国際出願の言語: 日本語 野町 5-86-17 マンション桂 405 Aichi (JP). 田代義和  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (TASHIRO, Yoshikazu) [JP/JP]; 〒486-0833 愛知県春日  
(30) 優先権データ: 井井士 清水善廣, 外 (SHIMIZU, Yoshihiro  
特願2000-58462 2000 年 3 月 3 日 (03.03.2000) JP et al.); 〒169-0075 東京都新宿区高田馬場 2 丁目 14 番 4  
特願2000-206492 2000 年 7 月 7 日 (07.07.2000) JP 号 八城ビル 3 階 Tokyo (JP).  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下精工 (81) 指定国 (国内): CN, JP, US.  
株式会社 (MATSUSHITA SEIKO CO., LTD.) [JP/JP]; (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
〒536-8555 大阪府大阪市城東区今福西 6 丁目 2 番 61 号 DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).  
Osaka (JP). 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

/続葉有/

(54) Title: DUST COLLECTING APPARATUS AND AIR-CONDITIONING APPARATUS

(54) 発明の名称: 集塵装置および空調装置



(57) Abstract: Power consumption and ozone generating rate are suppressed to the utmost by charging dust particles using an ion emitting means that emits ionized air exclusively without causing corona discharge. Conventional dust collecting apparatuses of electrostatic precipitator type are constituted by a charging unit consisting of a discharge electrode and an earth electrode, a dust collecting unit consisting of a voltage applying electrode plate and an earth electrode plate, and a blowing fan, in order. Dust particles introduced in the dust collecting apparatus are charged by ionized air generated by breaking the insulation of air by corona discharge caused in the charging unit and eliminated by the dust collecting unit which forms an electric field. Therefore there has been a problem of large power consumption and a large ozone generating rate, which are attributed to the large discharge current caused by the corona discharge caused in the charging unit.

/続葉有/

WO 01/64349 A1



- (48) この訂正版の公開日: 2001 年 11 月 22 日 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。
- (15) 訂正情報:  
PCT ガゼット セクション II の No.47/2001 (2001 年 11 月 22 日) を参照

---

(57) 要約:

コロナ放電をさせずに空気イオンのみを放出するイオン放出手段を用いて粉塵を帯電させることにより、消費電力とオゾン発生量を極力抑制するという特徴をもつ。

電気集塵式集塵装置は放電電極とアース電極からなる荷電部と、電圧印加電極板とアース電極板からなる集塵部、そして、送風ファンの順で構成される。集塵装置に導入された粉塵は、荷電部で起こすコロナ放電で空気の絶縁を破壊して空気イオンを発生させることにより帯電され、電界を形成する集塵部で除去されるが、荷電部でコロナ放電を起こしているため放電電流が大きく、消費電力とオゾン発生量が大きいう課題がある。

## 明細書

## 集塵装置および空調装置

## 技術分野

本発明は、空調及び産業分野で大気塵、室内の粉塵、ほこりなどを集塵し、また、電気集塵であるにも関わらず、コロナ放電を利用せずに、また、粉塵を帯電させる際にオゾンの発生がほとんどない荷電部を設けた集塵装置及びこのような集塵装置を備えた空調装置に関するものである。

## 背景技術

従来、この種の集塵装置としては、例えば、特開平6-31200号公報に記載されたものが知られている。以下、その集塵装置について図8を参照しながら説明する。図8に示すように、荷電部101は線状電極102とアース電極板A103とからなり、荷電部101の通風方向下流側に電圧印加電極板105とアース電極板B106とからなる集塵部104を設けている。通常、荷電部101においては線状電極102とアース電極板A103の間に5～15kV、また、集塵部104の電圧印加電極板105とアース電極板B106の間に2～6kVの電位差を持つように高圧安定化電源107によって線状電極102及び電圧印加電極板105にそれぞれ電圧が印加されている。

上記構成において、荷電部101では線状電極102に高い電圧がかかっており、線状電極102近傍に非常に強い電界が作られている。そのため、空気中の電荷をもつ物質が空気分子と衝突を起し、空気分子から電子が分離したり、分離した電子が他の空気分子に付着したりして空気イオンとなる。これを空気のイオン化と呼ぶことにする。そして、アース電極の間にある絶縁体である空気が絶縁破壊を起し、一定の大きな放電電流を伴いながら空気のイオン化が起こる放電現象をコロナ放電というが、コロナ放電によって作られた空気イオンが集塵装置に供給された空気に含まれる粉塵に付着して粉塵を帯電させる。帯電した粉塵は送風の流れに沿って集塵部104に導入され、電圧印加電極板105とアース電極板B106との電界の力を受けて両電極板のどちらかに付着して取り除かれ、

清浄な空気が集塵部104後方から吹出される。また、上記従来例では、放電電極として、線状のものを示したが、他に不平等電界を形成するような形状、例えば、針状の電極を用いても同様に、針状電極の先端とアース電極板A103の間で一定電流が流れた状態でコロナ放電が生じ、同様の機構で粉塵が帯電、除去される。

また、集塵部104をフィルタ108に置き換えたタイプの集塵装置が従来から知られている。以下、その集塵装置について図9を参照しながら説明する。図9に示すように、通風方向から順に、線状電極102とアース電極板A103とからなる荷電部101とフィルタ108が設けられている。フィルタ108の下流側には導電性の格子板109が設置されており、アースに接続されている。通常、荷電部101においては線状電極102とアース電極板A103の間に5～15kVの電位差を持つように高圧安定化電源107によって線状電極102に電圧が印加されている。

上記構成において、荷電部101では前述したように線状電極102に電圧を印加することにより、線状電極102近傍でコロナ放電を起こして粉塵を帯電すると同時に、線状電極102と格子板109の間に電界が発生し、その電界によってフィルタ108の濾材は分極される。そして、フィルタの中に導入された帯電粉塵は、濾材内部の分極電場に沿って濾材繊維表面へ向かう力を受ける。その結果、濾材に捕集されやすくなり、フィルタの集塵性能は高められる。

このような従来の集塵装置では、粉塵を帯電させる荷電部の放電電流が大きいという課題があり、放電電流が増えると消費電力及び人体に有害なオゾンの発生量が大きくなることから、放電電流をほとんど流さないで粉塵を帯電させることが要求されている。

また、従来の電気集塵装置用の荷電部では、オゾン発生量を抑えるために放電電極にプラスの極性の電圧を印加するため、粉塵を帯電すると同時に、人の気分をリラックスさせるなどというよい効果をもつといわれるマイナスイオンを放出することができないという課題があり、放電電流をほとんど流さないで粉塵を帯電させると同時に、マイナスイオンを放出できることが要求されている。

また、従来の荷電部は放電電極としてタングステン製の線状電極を用い、これに対向させてアース電極板を設けるといった構成が一般的であるが、線状電極近傍で空気をイオン化すると同時に、電荷の授受が線状電極表面のあらゆる部分で起こるために無駄な放電電流が流れてしまい、また、線状電極の表面は滑らかであるために電界を今まで以上に強くしにくいなどの理由によって効率よく空気をイオン化できないという課題がある。また、この放電電極には高電圧が印加されており、放電電極の近傍では非常に強い電界が形成されているため、電子、イオン、帯電粉塵などの荷電粒子が放電電極に衝突して損耗しやすいという課題もあり、無駄な放電電流をなくして効率よく空気をイオン化すると同時に、放電電極への荷電粒子の衝突を減らすことが要求されている。

また、従来の荷電部は具体的に線状電極0.1m当たり10～20 $\mu$ A、そして、送風風量1m<sup>3</sup>/min当たりで、100～200 $\mu$ A程度の放電電流を流して集塵効率が80%以上になるような設計となっている。また、針状の電極を用いた場合でも、送風風量1m<sup>3</sup>/min当たりで、100～200 $\mu$ A程度の放電電流が流れており、やはりコロナ放電をさせて、粉塵を帯電させている。この程度の放電電流を流すと消費電力も大きく、オゾンも20ppbから多い場合には100ppb程度発生するため人体にとってよくないレベルとなり、また、臭いの閾値以上となるためオゾン臭が不快であるという課題があり、従来と同等の集塵性能を確保しながら放電電流を大幅に小さくすることが要求されている。

そして、前記集塵装置を備えた空調装置においては、風量が大きく、装置内部の通過風速も大きいため、集塵機能を付加させる手段として、コロナ放電を用いて帯電させた粉塵を圧力損失の少ない集塵部で集塵する電気集塵ユニットを用いることによって、圧力損失を低くしたまま高い集塵性能を持たせることが可能である。しかし、コロナ放電を用いた電気集塵ユニットを使用すると放電電流が大きいため消費電力も高くなり、また、オゾン発生量も大きくなって人体にとって悪影響を及ぼすとともにオゾン臭が不快であるという課題があり、電気集塵による集塵機能を付加させた空調装置においても放電電流を低減することが要求されている。

また、前記集塵部をフィルタに置き換えたタイプの集塵装置の荷電部でも、前

記と同じ課題を有しており、濾材を分極させると同時に、放電電流を大幅に小さくしながら粉塵を帯電させることが要求されている。

更に、前記集塵部をフィルタに置き換えたタイプの集塵装置においては、粉塵がフィルタを通過する速度、即ち、フィルタ面の風速が大きいほど、帯電粉塵が濾材内部の分極電場に沿って濾材繊維表面へ向かう力の及ぼす集塵効果を失うため、フィルタ面の風速が大きいとフィルタの集塵性能が上がらないと同時に、フィルタの圧力損失が大きくなるという課題がある。また、フィルタの面に合わせて格子板が接触していないと濾材を効率よく一様に分極させることができないといった課題もあり、フィルタ面の通過風速を下げると同時に、フィルタを効率よく一様に分極させることが要求されている。

また、前記フィルタのブリーツ形状の山の数が増えると、導電性の格子板の加工が難しくなって材料費も高くなるという課題があり、格子板がなくてもフィルタの下流側にアース面を形成できることが要求されている。

本発明は、このような従来の課題を解決するものであり、放電電流をほとんど流さないで粉塵を帯電させて従来レベルの集塵能力を確保すると同時に、気分をリラックスさせるなどの効果を持つマイナスイオンを放出することができ、更により効率よく空気をイオン化することができ、コロナ放電の発生による線状電極の劣化に起因する切れや、針状電極の先端部の磨耗など電極の損耗を防ぎ、高めた集塵性能を劣化させずに保つことができ、更に、集塵部をフィルタにした場合においては、消費電力を大幅に低減しつつ高い集塵性能を維持することができる集塵装置、及びそのような特徴の集塵機能を有した空調装置を提供することを目的としている。

#### 発明の開示

本発明の集塵装置は、上記目標を達成するため、請求の範囲第1項に記載した通り、コロナ放電をさせずにイオンを放出するイオン放出手段とその下流側に設置された集塵部で構成される。

そして、本発明によれば、放電電流をほとんど流さないで粉塵を帯電させることができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第2項記載の集塵装置は、請求の範囲第1項記載の集塵装置において、イオン放出手段がマイナスイオンを放出することを特徴とする。

そして、本発明によれば、放電電流をほとんど流さないで粉塵を帯電させると同時に、気分をリラックスさせるなどの効果を持つマイナスイオンを放出することができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第3項記載の集塵装置は、請求の範囲第1項記載の集塵装置において、イオン放出手段の放電電極を1もしくは複数個の線状電極とし、線状電極の両側にアース電極を設け、線状電極に高電圧を印加した時の放電電流が線状電極0.1m当たり1 $\mu$ A以下となるようにアースに接続された電極を絶縁体または半導体で被覆したことを特徴とする。

そして、本発明によれば、コロナ放電を抑制し、放電電流を必要以上に流さないことで効率よく空気をイオン化すると同時に、放電電極への荷電粒子の衝突を減らすことができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第4項記載の集塵装置は、請求の範囲第3項記載の集塵装置において、イオン放出手段がマイナスイオンを放出することを特徴とする。

そして、本発明によれば、放電電流をほとんど流さないで粉塵を帯電させると同時に、気分をリラックスさせるなどの効果を持つマイナスイオンを放出することができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第5項記載の集塵装置は、請求の範囲第1項記載の集塵装置において、イオン放出手段の放電電極を1もしくは複数個の先端が鋭利な針状電極としたことを特徴とする。

そして、本発明によれば、放電電極を針状にすることによって強電界部分を電極1個当たり1箇所を集めて電荷の授受が可能な電極部分を限定することによって、コロナ放電を抑制して無駄な放電電流をなくし、また、先端の鋭利部分に非常に強い電界を形成させることによって、更に、効率よく空気をイオン化すると同時に、放電電極への荷電粒子の衝突を減らすことができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第6項記載の集塵装置は、請求の範囲第5項記載の集塵装置において、イオン放出手段がマイナスイオンを放出することを特徴とする。

そして、本発明によれば、放電電流をほとんど流さないで粉塵を帯電させると

同時に、気分をリラックスさせるなどの効果を持つマイナスイオンを放出することができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第7項記載の集塵装置は、請求の範囲第5項記載の集塵装置において、針状電極の先端部分周囲にコロナ放電を生じさせないよう絶縁体または半導体を設けたことを特徴とする。

そして、本発明によれば、コロナ放電を抑制し、無駄な放電電流を更になくして効率よく空気をイオン化すると同時に、放電電極への荷電粒子の衝突を減らすことができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第8項記載の集塵装置は、請求の範囲第5項記載の集塵装置において、針状電極1個当たりの放電電流が $1\mu\text{A}$ 以下であることを特徴とする。

そして、本発明によれば、コロナ放電をさせず、放電電流をイオン放出のために必要な値以上流さないことで効率よくイオンのみを放出すると同時に、放電電極への荷電粒子の衝突を減らすことができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第9項記載の集塵装置は、請求の範囲第5項記載の集塵装置において、針状電極が、通風面に対して40mm四方の面積当たり1個以下で配置されたことを特徴とする。

そして、本発明によれば、従来と同等の集塵性能を確保しながら放電電流を小さくすることができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第10項に記載の集塵装置は、請求の範囲第5項に記載の集塵装置において、針状電極の下流側にアースに接続された導電性の格子板を設置し、針状電極と格子板との間に集塵部を構成する濾材からなるフィルタを設けたことを特徴とする。

そして、本発明によれば、針状電極と格子板の間で形成される電界中に絶縁性及び分極性を持つフィルタを置くことにより、フィルタの濾材を分極させると同時に、放電電流を大幅に小さくしながら粉塵を帯電させることが可能な集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第11項に記載した集塵装置は、請求の範囲第10項に記載の集塵装置において、フィルタと導電性の格子板とをブリーツ状に形成し、互いに重ね合わせるようにして配置したことを特徴とする。



そして、本発明によれば、フィルタをブリーツ形状にすることによりフィルタ面の風速を下げると同時に、格子板をフィルタの面に合わせてブリーツ形状に加工し、フィルタの面に合わせて格子板を重ね合わせることによってフィルタの濾材を効率よく一様に分極させることができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第12項に記載の集塵装置は、請求の範囲第5項に記載の集塵装置において、針状電極の下流側に濾材からなるフィルタを設け、フィルタの下流側の面に導電性塗料を塗布して導電層を形成し、導電層をアースに接続したことを特徴とする。

そして、本発明によれば、格子板がなくてもフィルタの下流側にアース面を形成できる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第13項に記載の集塵装置は、請求の範囲第12項に記載の集塵装置において、フィルタをブリーツ状に形成したことを特徴とする。

そして、本発明によれば、フィルタをブリーツ形状にすることによりフィルタ面において風速を下げ、フィルタの濾材を効率よく一様に分極させることができる集塵装置が得られる。

また、請求の範囲第14項に記載の空調装置は、請求の範囲第1乃至13項のいずれかに記載の集塵装置を備えることを特徴とする。

そして、本発明によれば、消費電力とオゾン発生量を低減して高い集塵性能を付加した空調装置が得られる。

また、請求の範囲第15項に記載の空調装置は、請求の範囲第5乃至13項のいずれかに記載の集塵装置を備え、その針状電極をグリルに直接設けて粉塵を帯電させ、内部に設けられた集塵部で粉塵を捕集する集塵機能を有した空調装置としたことを特徴とする。

そして、本発明によれば、グリルと針状電極を一体型にし、集塵部を針状電極から分離させて空調装置内に組み込んだ空調装置が得られる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施例である線状電極を用いた集塵装置の構成図

図2は、本発明の一実施例である針状電極を用いた集塵装置の構成図

図3は、本発明の一実施例である針状電極とアース接続された格子板との間にフィルタを備えた集塵装置の構成図

図4は、本発明の一実施例である針状電極とアース接続されたブリーツ状に形成された格子板とフィルタとを備えた集塵装置の構成図

図5は、本発明の一実施例である針状電極と裏面に導電塗料を塗布したフィルタとで構成された集塵装置の構成図

図6は、本発明の一実施例である針状電極を用いた集塵装置を備えた空調装置の説明図

図7は、本発明の一実施例である針状電極とグリルとを一体化し、空調装置内部に集塵部を設けた空調装置の説明図

図8は、従来の集塵装置の構成図

図9は、従来の集塵装置の構成図

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明の集塵装置は、コロナ放電をさせずにイオンを放出するイオン放出手段とその下流側に設置された集塵部で構成されることを特徴としたものである。周囲にアース電極を設け、針や棘、線などの形状の放電電極にある一定以上の電圧を印加すると、放電電極付近に大きな電界が形成されるようになり、空気分子中の電子が分離したり、また、分離した電子が別の空気分子に結合するなどして空気分子がイオン化し空気イオンとなる。そして、発生した空気イオンが電界の力によって拡散し、粉塵に付着して粉塵を帯電する。

今までの常識では、集塵部の上流側で粉塵などを帯電させる手段として、コロナ放電を用いることが有効な手段とされてきた。コロナ放電をさせるためには、線状電極や針状電極に対向するアース電極を設け、この間に高電圧を印加する。そうすると、ある電圧までは、電流はほとんど流れない。この時は、空気イオンもほとんど発生しない。しかし、コロナ放電が発生する電圧まで上げると、放電電極の回りが強電界となって気体（空気）が局所的な絶縁破壊を起こしてイオン化すると同時に、放電によって電流値が急激に上昇する。これがコロナ放電である。この放電電流が大きいというのが特徴であるコロナ放電の領域を利用するこ

とで、空気をイオン化して粉塵を帯電させることができるが、放電電流に比例してオゾンが発生することからコロナ放電では多量のオゾン発生を伴う。ちなみに、極性については、マイナス極性のコロナ放電のほうがオゾン発生量は多くなる（プラス極性のコロナ放電の約3～6倍）。また、放電電流が大きいと消費電力も増大する。そこで、本発明者らは、放電電流を抑制しながら空気イオンの生成を行うことにより、オゾン発生と消費電力を抑えつつ粉塵の帯電性能を保つ手段を見出した。アース電極を絶縁性物質や半導電性物質で被覆したり、放電電極とアース電極の距離をおき、空気による絶縁を大きくしてコロナ放電を起こさずにイオンのみを放出させる（絶縁破壊を起こさずに空気をイオン化する）こと（これをイオン化放電と定義する）により、空気イオンの付着による粉塵の帯電性能を持ちながら、放電電流をほとんど流さない状態にして消費電力及びオゾンの発生を極力低減することができるという作用を有する。

このコロナ放電が発生していない状態とは、具体的な目安として1つの針状電極当たり、放電電流が $1\mu\text{A}$ 以下（一般的な計器で測定できるレベル）、線状電極であれば、 $0.1\text{m}$ 当たり $1\mu\text{A}$ 以下の値である。また、この状態をつくるためには、空気絶縁及び十分な距離がとれない場合は、絶縁もしくは半導体材料でアースにあたる部分を被覆する必要がある。空気絶縁の場合の絶縁距離としては、線状の場合は、線径、表面の平滑度、針状の場合は、尖がりの程度によって一概にいえませんが、少なくとも $10\text{mm}/\text{kV}$ 以上、好ましくは、 $20\text{mm}/\text{kV}$ 以上の絶縁距離を設けることが必要である。絶縁もしくは半導電性材料としては、絶縁距離によって違うが、放電電流が $1\mu\text{A}$ 以下になる絶縁抵抗となるものを用いればよい。

また、イオン放出手段がマイナスイオンを放出することを特徴としたものであり、放電電極にマイナス電圧を印加して空気をイオン化し、プラスイオンは電極にひきつけて付着させ気体分子に戻し、マイナスイオンは反発させて周囲に拡散させる。そして、アース電極を絶縁性物質や半導電性物質で被覆したり、放電電極とアース電極の距離を大きく取るなどして大きな放電電流を伴うコロナ放電を起こさずに空気をイオン化し、放電電極にマイナス電圧を印加することによってマイナスイオンのみを存在させることにより、空気イオンの付着による粉塵の帯

電性能を持ちながら、放電電流を低下させて消費電力及びオゾンの発生を低減すると同時に、人体にいい影響を与えるといわれているマイナスイオンを放出することができるという作用を有する。

また、イオン放出手段の放電電極を1もしくは複数個の線状電極とし、線状電極の両側にアース電極を設け、線状電極に高電圧を印加した時の放電電流が線状電極0.1m当たり $1\mu\text{A}$ 以下となるようにアース電極を絶縁体または半導体で被覆したことを特徴としたものである。コロナ放電では前述した通り、空気を局部的に絶縁破壊させてイオン化すると同時に、局部的ではあるが空気が絶縁破壊を起こすために放電電流が急激に上昇する。放電電流は放電電極及び対向のアース電極表面で起こる電荷の授受の量を表すものであり、特徴として消費電力及びオゾン発生量と密接な比例関係にある。そこで、アース電極を絶縁体もしくは半導体で被覆することで電極表面の電荷の授受を制限することによってコロナ放電を抑制し、放電電流を必要以上に流さないことで効率よく空気をイオン化することができる。そして、線状電極0.1m当たり $1\mu\text{A}$ 以下の放電電流で、粉塵を帯電させるのに十分な量の空気イオンを得ることができる。以上のような理由から、放電電流を従来から大幅に低くすることができるため、消費電力及びオゾン発生量を極力低減することができる。また、線状電極は複数個の場合通常は通風断面に対して平行に配置するため、通風断面に対して均一にイオンは放出され、イオン放出部を通過する粉塵を均一に帯電させることができる。また、絶縁体もしくは半導体で被覆しているためにコロナ放電にはほとんどならず（電圧を上げていくとコロナ放電ではなく、この場合絶縁破壊を起こし火花放電へ移行する）、従って、電圧にあまり影響されずにイオンを放出することができる。そして、放電電流が非常に低く、放電電極表面への電子、イオン、帯電粉塵などの荷電粒子の衝突が少ないため、損耗による切れを抑制して放電電極を長持ちさせることができるなどといった作用を有する。

また、イオン放出手段の放電電極を先端が鋭利な針状電極としたことを特徴としたものである。放電電極を針状にすることによって強電界部分を電極1個当たり1箇所を集めて電荷の授受が可能な電極部分を限定することによって、コロナ放電を抑制して無駄な放電電流をなくすことができるため、放電電流と密接な比

例関係にある消費電力及びオゾン発生量を大幅に低減することができる。また、先端の鋭利部分に非常に強い電界を形成させることによって、更に、効率よく空気をイオン化できるため、放出した大量のイオンによって粉塵をより帯電させやすくなることができる。また、全体の線径が小さい必要がある線状電極と異なり先端が鋭利であればよいので損傷による切れといった問題がなく、かつ、放電電流が非常に低く、放電電極表面への電子、イオン、帯電粉塵などの荷電粒子の衝突が少ないため、先端の鋭利部分の磨耗を抑制して放電電極を長持ちさせることができるといった作用を有する。

また、針状電極の先端部分の周囲に絶縁体もしくは半導体を設けたことを特徴としたものであり、その際、アース電極を絶縁体や半導体で被覆したり、放電電極とアース電極の距離を大きく取るなどして放電電流がほとんど流れない状態にしているため、消費電力及びオゾンの発生をほとんどなしにすることができる。かつ、放電電流がほとんどなく、放電電極表面への電子、イオン、帯電粉塵などの荷電粒子の衝突が少ないため、先端の鋭利部分の磨耗を抑制して放電電極を長持ちさせることができるといった作用を有する。

また、針状電極1個当たりの放電電流を $1\mu\text{A}$ 以下にしたことを特徴としたものであり、具体的には、アース電極を絶縁性物質や半導電性物質で被覆したり、針状電極とアース電極の距離を大きく取るなどしてコロナ放電を起こさずに空気をイオン化することにより、空気イオンを従来と同様 $10\text{万個}/\text{cc}$ 以上発生させることを可能とし、従来レベルの集塵性能を持ちつつ、放電電極に印加する電圧を2倍にしても、放電電流を抑えているため消費電力は従来のもものよりも50分の1以下となり、また、オゾン発生量は $1\text{ppb}$ 以下になって実際に臭いすらしなくなるという作用を有する。

また、針状電極が通風面に対して $40\text{mm}$ 四方の面積当たり1個以下で配置されることを特徴としたものである。従来は通風面に対して少なくとも $20\text{mm}$ 四方当たり1本以上の本数で配置されており、針状電極の本数で比較すると従来の4分の1以下となっている。 $1\text{m}/\text{s}$ の風速を集塵装置内に流して用いるとすると、 $1\text{m}^3/\text{min}$ 当たり10本以下ということになる。この時、1本当たりの放電電流は大きくても $15\mu\text{A}$ 以下にして消費電力及びオゾン発生量を抑制する

必要がある。このようにして針状電極の全体的な数を減らして最適化する。そうすることで放電電流を低下させながら空気をイオン化して空気イオンを従来と同様10万個/cc以上発生させ、従来以下の消費電力及びオゾン発生量で、従来と同等の集塵性能を持たせることができるという作用を有する。

また、針状電極の下流側にアース電極に接続された導電性の格子板を設置し、針状電極と格子板との間に集塵部を構成する濾材からなるフィルタを設けたことを特徴としたものである。針状電極と格子板の間は十分な絶縁距離が確保されており、また、針状電極と格子板の間に絶縁性をもつフィルタが設置されているため、針状電極と格子板の間を流れる放電電流は従来と比較して非常に小さい。従って、消費電力及び人体によくない影響をおよぼすオゾンの発生量を大幅に低減することができる。そして、放電電流が非常に小さいことから推測されるように針状電極近傍でコロナ放電はほとんど起こっていないが、高電圧が印加されている針状電極近傍ではイオン化放電によって空気のイオン化が起こるために空気イオンが放出され、その空気イオンを粉塵に付着させることによって粉塵を帯電させることができる。また、分極性を持つフィルタは針状電極とアースの格子板との間に設置されているため、針状電極と格子板との間の電界によって濾材が濾材繊維単位で分極される。この分極作用は、針状電極と格子板との間の電界が存在する、即ち、針状電極に高電圧が印加されている限り続くため、濾材を常に分極状態にすることができる。そして、濾材を通過する帯電粉塵はクーロンの作用により、濾材内部の分極電場に沿って濾材繊維表面へ移動する力を受けるために濾材に付着しやすくなり、また、粉塵も濾材の分極電場によって分極作用を受けて分極するため、帯電していない粉塵でさえも、帯電粉塵ほどではないにしても濾材の分極電場に沿って濾材繊維表面へ移動する作用を受けるために濾材に付着しやすくなることから、フィルタ単体のみの場合よりも高い集塵性能を発揮することができる。集塵性能を高くするには濾材をより強く分極すればよいので放電電極の印加電圧を高くすればよいが、そうすると、従来の荷電部では放電電流も今まで以上に大きくなってしまうので、印加電圧を高くするにも限度があった。しかし、本発明の集塵装置はもともと放電電流が非常に小さく、また、電圧を高くしても放電電流が流れにくい構造であるため、放電電極の印加電圧を高く設定す

ることが容易である。以上のように、放電電流を大幅に小さくし、更に、フィルタ内部を常に分極した状態にすることができるため、消費電力及びオゾン発生量を大幅に低減しながら高い集塵性能を維持することができるという作用を有する。

また、フィルタと導電性の格子板とをプリーツ状に形成し、互いに重ね合わせるように配置したことを特徴としたものである。フィルタをプリーツ形状にしてフィルタ面積を増やすことにより、フィルタの単位表面積当たりの通風量を減らせるため、フィルタ面の風速を小さくすることができる。従って、粉塵が濾材を通過する速度を小さくすることができる。粉塵が濾材内部の分極電場に沿って濾材繊維表面へ移動する速度は粉塵がフィルタを通過する速度に基本的には影響されないため、フィルタ面の風速が小さいほど、粉塵が濾材繊維表面へ付着するための時間は長くなって濾材に付着しやすくなるので集塵性能が高くなる。また、フィルタ面の通過風速が小さいほどフィルタの圧力損失が小さくなるため、フィルタ面の風速が小さいほど通風にかかるエネルギーが小さくなり、空気がフィルタを通過する時の風切り音やファンの駆動音といった騒音も減らすことができる。また、アース接続された導電性の格子板がフィルタの面に合わせたプリーツ形状であり、濾材とほぼ一様に接触した構造となっているので、濾材全面を一様に分極させることができ、その結果、集塵性能を高めることができる。また、濾材に分極作用を与えて、帯電粉塵やイオンなどによる濾材内の余分な電荷を外に逃がすことによって集塵性能の劣化を防ぐことができるが、格子板と濾材の面が接触した構造にすることにより、余分な電荷を格子板に伝えさせて逃がしやすくしているため、高い集塵性能を維持することができる。以上のようにフィルタ面の通過風速が小さいために高い集塵性能を達成すると同時に、通風エネルギーや騒音を小さくすることができ、また、アースに接続された導電性の格子板がフィルタの面に合わせたプリーツ形状であるために、濾材を一様に分極して高い集塵性能を得ると同時に、高めた集塵性能を維持することができるという作用を有する。

また、針状電極の下流側に濾材からなるフィルタを設け、濾材の下流側の面に導電性塗料を塗布して導電層を形成し、導電層をアースに接続したことを特徴とする。フィルタの裏面に導電性塗料を塗布してその面をアースに接続することに

よって、アース接続された導電性の格子板がなくてもフィルタの下流側にアース面を形成することができるため、製造を簡略化して加工コスト及び材料コストを低減することができるという作用を有する。

また、上記集塵装置を備えることを特徴とした空調装置であり、空調機能と同時に、低圧力損失で集塵機能を付加させたものである。そして、従来よりも消費電力とオゾン発生量を抑えることにより、低ランニングコストでオゾンによる人体への悪影響及び不快感を低減しながら高い集塵機能を付加させることができるという作用を有する。

また、上記集塵装置における針状電極をグリルに直接設けて粉塵を帯電させ、内部に設けられた集塵部で粉塵を捕集する集塵機能を有することを特徴とした空調装置であり、具体的には針状電極をグリルの内側に設けて、針状電極を直接人の手に触れないようにしながら針状電極が通風空気に接触するようにした構造である。そして、グリルと針状電極を一体型とすることにより本体の厚みを小さくし、また、集塵部を分離させることにより、集塵部のみを洗浄及び交換することを可能にしてメンテナンス性を向上させた空調装置が得られる。

## 実施例

### （実施例及び従来例における集塵装置の集塵試験例１）

集塵試験１においては、以下に説明するように、イオン放出手段である実施例の集塵装置と、従来の集塵装置とを用いて、放電電流、イオン濃度、集塵効率、オゾン濃度の比較を行った。

まず、図８に示した従来の集塵装置に基づいて実験装置を作成した。図８を用いて装置の説明を行うと、開口寸法 264 mm×122 mm のダクトの途中に、厚さ 0.5 mm、長さ 50 mm、幅 256 mm の 3 枚のステンレス鋼板をポリプロピレン製スペーサー 111 を間に挟んで 3 mm 間隔で 31 枚重ね、ステンレス鋼板に +2 kV の電圧を 1 枚おきに印加して電圧印加電極板 105 とした。それぞれの電圧印加電極板 105 を挟むようにして設けられたステンレス鋼板をアースに接続してアース電極板 B106 とした集塵部 104 を作成した。そして、集塵部 104 の 400 mm 上流側に表 1 に示した条件の荷電部を設置し、高圧安定



化電源107を用いて線状電極102に表1に示すような、直流の電圧を印加した。尚、測定した放電電流は、 $1\text{ m}^3/\text{min}$ 当たりの放電電流に換算した。また、図には示していないが、ダクト最後方に送風機を設けてダクト内送風風量 $1\text{ m}^3/\text{min}$ の条件で通風し、集塵効率 $\eta$  (% )、イオン発生量 (個/cc)、発生オゾン濃度 (ppb) を測定した。この時のダクト風速は約 $0.5\text{ m/s}$ である。集塵効率はリオン社製パーティクルカウンターKC-01Cを用い、荷電部101の直前と集塵部104の直後の粉塵濃度を測定して求めた。粉塵濃度は係数法で測定し、 $0.167$ リットルの空気をサンプリングして、その中に含まれる粒径 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上の粉塵の全個数を測定して求めた。荷電部101直前の粉塵濃度を $C_f$ 、集塵部104直後の粉塵濃度を $C_b$ とすると、集塵効率 $\eta$ は次式で求めることができる。

$$\eta = (1 - C_b / C_f) \times 100 \quad (\%)$$

空気イオン濃度は、荷電部後方 $200\text{ mm}$ の位置からダクト内空気をサンプリングし、電気移動度が $0.4\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以上の小イオンの個数濃度を計測する神戸電波社製イオンテスターKST-900を用いて測定した。単位は個/ccである。

発生オゾン濃度は集塵部104直前からダクト内空気をサンプリングし、荏原実業社製オゾンモニターEG2001Fを用いて測定を行った。単位はppbであり、 $10$ 億分の1の質量濃度を示す。

それぞれの荷電部の構成について図1、2、8を用いて説明する。

比較例であるNo. 1の荷電部101は、従来例の図8と同じ構成であり、線径 $0.15\text{ mm}$ 、長さ $220\text{ mm}$ のタングステン製の線を用いた線状電極102を、通風方向に対して垂直方向に $20\text{ mm}$ の間隔で6本、即ち、6段設置して $+5.7\text{ kV}$ の電圧を印加し、その間に通風方向から見て奥行き長さ $16\text{ mm}$ 、幅 $220\text{ mm}$ の鋼製アース電極板A103を等間隔に計7枚設置したものである。この荷電部101は、従来よく使われている形状の荷電部であり、アース電極板A103を空気のみを絶縁材として線状電極102の上下近くに設けているため、

両電極間でコロナ放電が起こり、線状電極102近傍で空気が容易にイオン化するようにになっている。そのため、集塵効率95%と高い集塵性能を実現している。しかし、空気のイオン化とともに大きな放電電流を伴うコロナ放電が起こりやすくなっているため、放電電流が $140\mu\text{A}$ と大きいことから消費電力が大きくなることと、放電電流が大きいためオゾンが $24\text{ppb}$ と比較的多量に発生することと、線状電極102の電圧極性がプラスであるため、線状電極102がマイナスイオンを吸収してしまいほとんど放出しないことが欠点である。

比較例であるNo. 2の荷電部101は、従来例の図8と同じ構成で、線状電極102の極性をマイナスにしたものであり、放電電流の大きさがNo. 1と同じ $140\mu\text{A}$ になるように電圧を印加したものである。No. 1と同様に空気のみを挟んでアース電極板A103を設けているためにコロナ放電が起こって容易に空気がイオン化するため、集塵効率95%と高い集塵効率を実現している。また、線状電極102の極性がマイナスであるため、線状電極102からマイナスイオンが反発されて吸収されないことにより、マイナスイオンを多量に放出することができる。しかし、コロナ放電により放電電流が $140\mu\text{A}$ と大きいため放電による消費電力が大きくなることと、放電電流が大きく線状電極102の極性がマイナスであることから、オゾン発生量がプラス放電よりも更に大きい $103\text{ppb}$ になるという結果となり、オゾンが大量に発生するという欠点が明らかになった。

比較例であるNo. 3の荷電部101は、従来例の図8とほぼ同じ構成であるが、アース電極板A103を取り除いて線状電極102に $-10\text{kV}$ を印加したものである。また、図には示していないが、荷電部101の上流側 $80\text{mm}$ の位置に $5\text{mm}$ 径の穴が無数に開いた鋼製パンチングメタルを格子板として設置しアースに接続した。放電電流はほとんど流れずオゾンもほとんど発生していないが、集塵効率が40%と実用レベル以下の性能しかもたない。イオン発生量が低いことから、空気をイオン化する効果が小さいためであると推測される。

実施例であるNo. 4の荷電部101の構成を図1に示す。イオン発生する手段としては、No. 1の荷電部のアース電極板A103表面を絶縁被覆層1として塩化ビニールテープで被覆し、それに挟まれるようにして設置されたタングス

テン製の線状電極 102 で構成されている。この構成で線状電極 102 に +5.7 kV の電圧を印加したところ集塵効率は 80 % となり、No. 1 及び No. 2 の荷電部に比べて低いものの十分実用的なレベルの値である。理由としてプラスの空気イオン発生量が 25 万個/cc と多く、空気のイオン化が十分起きていることが考えられる。また、線状電極 102 とアース電極板 A103 の間には電場が存在しているが、アース電極板 A103 の表面が絶縁されているためにコロナ放電による大きな放電電流が抑制されている。そのため、No. 1 の荷電部と同じ印加電圧にも関わらず放電電流が 4  $\mu$ A と、No. 1 及び No. 2 の荷電部の 140  $\mu$ A に比べて非常に小さくなっている。即ち、電圧が同じため電流の減少分だけ消費電力が小さくなっている。同時に、放電電流が小さいためオゾンもほとんど発生しなかった。即ち、コロナ放電を起こさずにイオンのみを発生しているということができる。

このように、放電電流を低下させることで消費電力及び有害なオゾンの発生量を低減して人体によりやさしい集塵装置にすることができる。

実施例である No. 5 の荷電部 101 は、No. 4 とほぼ同じ構成であるが、図 1 に示す線状電極 102 の電圧極性をマイナスにしたものである。集塵効率は 88 % と十分実用的な集塵性能を示した。同時に、線状電極 102 の電圧極性がマイナスであるためマイナスイオンが 16 万個/cc と大量に放出された。そして、放電電流は 12  $\mu$ A と小さいことから消費電力は小さくなり、発生オゾン濃度も 7 ppb と非常に低いものとなった。

このように、放電電流を低下させることで消費電力及び有害なオゾンの発生量を低減すると同時に、マイナスイオンを発生することにより人体によい影響をもたらす集塵装置にすることができることがわかった。

実施例である No. 6 の荷電部 101 の構成を図 2 に示す。放電電極として、本体部径 0.7 mm、長さ 30 mm の先端が鋭利に尖った針状電極 2 をダクト吸込み口に 30 mm の間隔で通風方向に対して垂直方向に 6 本平行に併設し、それに -10 kV 印加したものである。その上流側 150 mm の位置に 5 mm 径の穴が無数に開いた鋼製パンチングメタルを格子板 109 として設置しアースに接続した。集塵効率は 85 % と十分実用的なレベルとなっている。No. 3 の荷電部

と比較して集塵効率が高いことから、0.15mm径の線よりも鋭利な針の方が空気をイオン化する性能に優れていることがわかる。また、放電電極の極性がマイナスであるためマイナスイオンが27万個/ccと大量に放出された。放電電流は0.6μAとなり非常に小さいため消費電力は小さく、また、オゾンもほとんど発生しなかった。また、放電電極表面へ電子やイオンが多少なりとも衝突するため放電電極表面は多少の劣化を起こすことが考えられるが、線の場合は切れにつながり放電電極としての機能をなくしてしまうのに対し、針の場合は表面が多少劣化する可能性はあるが、放電電流がほとんどないため、磨耗は少なく、切断などによって放電電極自体の形、機能をなくすことはない。

実施例であるNo. 7の荷電部101は、No. 6とほぼ同じ構成で、格子板として鋼製パンチングメタルの代わりにメッシュ20のステンレス製金網を針状電極の下流側30mmの位置に設けてアースに接続し、針状電極に-8kVの電圧を印加して放電電流を22μA流したものである。針状電極は6本であり、約70mm四方相当の面積に一個の割合で設置されていることになる。1個当たりの放電電流は3.7μAである。空気の絶縁だけでこの放電電流に抑えるためには針状電極とアースの間隔が30mm程度必要である。集塵効率は、比較例であるNo. 1とほぼ同等の93%となり、オゾン発生量はNo. 1の24ppbを大きく下回る5ppbであった。そして、マイナスイオンも20万個/ccと大量に放出されており、放電電流も22μAと小さいため消費電力も小さくできることがわかった。

実施例であるNo. 8の荷電部101は、No. 7と同じ構成で、アースであるメッシュ20のステンレス製金網を針状電極の下流側30mmの位置に設けて、印加電圧及び放電電流を-10kV、40μAに調節したものである。針状電極は6本であり、約70mm四方相当の面積に一個の割合で設置されていることになる。1本当たりの放電電流は6.7μAである。集塵効率は、比較例であるNo. 1と同等以上の97%となり、オゾン発生量はNo. 1の24ppbを大きく下回る7ppbであった。マイナスイオンも27万個/ccと大量に放出されており、放電電流も40μAと小さいため消費電力も小さくできることがわかった。

以上のことを整理した内容を表1にまとめた。

(表1)

	No	放電電極	放電電極電圧 放電電流	アース電極板	イオンの極性	イオン濃度 個/cc	集塵効率	オゾン濃度 ppb
			線状電極0.1m 又は針状電極 1個当たりの放 電電流					
比較例	1	0.15mm径タン グステン線	+5.7kV 140 $\mu$ A 11 $\mu$ A	鋼板	+	270000	95%	24
比較例	2	0.15mm径タン グステン線	-5.4kV 140 $\mu$ A 11 $\mu$ A	鋼板	-	150000	95%	103
比較例	3	0.15mm径タン グステン線	-10kV 0 $\mu$ A 0 $\mu$ A	80mm上流側に鋼 製パンチングメ タル	-	500	40%	0
実施例	4	0.15mm径タン グステン線	+5.7kV 4 $\mu$ A 0.3 $\mu$ A	鋼板、ビニール テープで被覆	+	250000	80%	0
実施例	5	0.15mm径タン グステン線	-5.7kV 12 $\mu$ A 1 $\mu$ A	鋼板、ビニール テープで被覆	-	160000	88%	7
実施例	6	太さ0.7mm鋼製 針状電極	-10kV 0.6 $\mu$ A 0.1 $\mu$ A	150mm上流側に 鋼製パンチング メタル	-	270000	85%	0
実施例	7	太さ0.7mm鋼製 針状電極	-8kV 22 $\mu$ A 3.7 $\mu$ A	30mm下流側に メッシュ20のス テンレス製金網	-	200000	93%	5
実施例	8	太さ0.7mm鋼製 針状電極	-10kV 40 $\mu$ A 6.7 $\mu$ A	30mm下流側に メッシュ20のス テンレス製金網	-	270000	97%	7

比較例であるNo. 1及びNo. 2で示したように線状電極の場合、通常のコロナ放電をさせている時は、集塵効率も高いが、オゾン発生量も非常に高い。実施例であるNo. 4またはNo. 5で示したように、本発明である放電電流を1 $\mu$ A以下でイオンのみを発生させている場合は、集塵性能を維持しながらオゾン発生を極力抑制できている。但し、比較例3で示しているように、放電電流が0の時はイオン発生量もほとんどなく集塵性能も低い。集塵性能を維持するためには、放電電流は、線状電極0.1m当たり0.1 $\mu$ A以上は必要である。そして、No. 5ではマイナス極性の電圧を放電電極に印加しているためマイナスイオンも大量に放出されている。

また、実施例であるNo. 6が示すように、放電電極として針状の放電電極を用いると同時に、放電電流を1 $\mu$ A以下にすることで、消費電力及び有害なオゾンの発生量を大きく低減し、イオンの発生手段からマイナスイオンを発生するこ

とができるため、人体にいい影響をもたらすと同時に、放電電極の損耗劣化が少なく、長時間使用できる構成になり、メンテナンスコストを下げることもできることがわかった。

また、集塵効率を少しでも落としたいくないが、消費電力とオゾン発生量を低下させたいという使い方も、コロナ放電を起こさずイオンのみを放出する集塵装置では可能である。実施例であるNo. 7またはNo. 8が示すように、針状電極の数を通風面に対して40mm四方の面積当たり1個以下とし、従来と比べて本数を減らして最適化することにより、オゾン発生量を従来の半分以下にすることができる。こうすることにより、従来と同じ高い集塵性能を達成しながら消費電力及び有害なオゾンの発生量を低減させることができる。また、同時に、マイナスの極性の電圧を印加することにより、人体にいい影響をもたらすといわれているマイナスイオンを供給することができる。

なお、図2では針状電極2の上流側に格子板109を設けた図が示されているが、No. 7のように針状電極2の下流側に格子板109を設けても同様の効果が得られる。

なお、本実施例では、線状電極102にタングステン製のものを用いたが、代わりとして導電性を持つ他の材質のものを用いても同様の効果が得られる。

なお、針状電極2として先端が鋭利に尖った鋼製の針を用いたが、空気をイオン化できるならば、その代わりに導電性を持つ他の材質のものを用いてもその効果に差は生じない。

なお、本実施例では、アース接続された導電性の格子板109として20メッシュのステンレス製の金網を用いたが、通風可能であればどんなメッシュ粗さでも、もしくはどんな形状でもよく、例えば、導電性繊維を加工して作った導電性シートなどを用いても同様の効果が得られる。

なお、集塵部は、電圧印加電極板とアース電極板の間に電位差を与えて電界をつくり、その電界の力で主に帯電した粉塵を捕集する構成としたが、ガラス繊維などを濾材にして機械的に粉塵を捕集する濾過フィルタや、あらかじめ分極された誘電体を濾材にして内部に電界ができるように作られ、機械的もしくはその電界の力で粉塵を捕集する静電フィルタ、また、そういったフィルタを電極で挟ん

で電圧をかけ、常に方向のそろった電界の中に置くことにより一方向に統一された電界の力で粉塵を捕集するように工夫された電界フィルタなど他の種類の集塵部を用いた場合にも同様の効果を生じる。

(実施例及び従来例における集塵装置の集塵試験例 2)

次に、集塵装置のイオン放出手段と集塵部に特徴を有する実施例の集塵装置と、従来の集塵装置と用いて、放電電流、集塵効率、圧力損失の比較を行った。

図 9 に従来の集塵装置を示す。この集塵装置に基づいて実験装置を作成した。図 9 を用いて実験装置の説明を以下に行う。開口寸法 100 mm×50 mm のダクトを作成し、通風方向の上流側から順番に荷電部 101、フィルタ 108、格子板 109 を設けた。格子板 109 は、フィルタ 108 の直後に設けられており、接触した状態となっている。フィルタ 108 を構成する濾材にはクラレ製の中性能タイプのものを用いた。これはフィルタ面の風速が 1 m/s の時、濾材単体で集塵効率約 50 % (係数法、0.3 μm 以上) の性能を持つもので、濾材の主成分はポリプロピレンである。このフィルタは、洗浄によって付着した粉塵を除去し、再使用できるようにあらかじめ界面活性剤を含有しており、水で洗浄しても型崩れしないように高い剛性となるよう設計されている。また、格子板 109 には 20 メッシュ、線径 0.5 mm のステンレス製の網を用いた。また、ダクトの通過風速は 1 m/s とした。格子板 109 及びアース電極板 A103 をアースに接続し、高圧安定化電源 107 を用いて放電電極に直流電圧を印加し、その時の集塵効率 (%)、放電電流 (μA) 及び集塵装置全体の圧力損失 (Pa) を測定した。その結果を表 2 に示す。

(表 2)

	No	放電電極	ブリーツ段数	電圧	1m <sup>3</sup> /min当たりの放電電流	集塵効率	1m/sにおける圧力損失
比較例	9	線状電極	0段 (山無)	0kV	0 $\mu$ A	50%	580 P a
		太さ0.15mm 長さ100mm 本数2		5.0kV	2 $\mu$ A	69%	
				5.5kV	13 $\mu$ A	92%	
実施例	10	針状電極	0段 (山無)	0kV	0 $\mu$ A	50%	580 P a
		太さ0.7mm 長さ30mm 本数1		-4kV	0.3 $\mu$ A	76%	
				-5kV	0.6 $\mu$ A	86%	
実施例	11	針状電極	6段 (3山)	0kV	0 $\mu$ A	50%	170 P a
		太さ0.7mm 長さ30mm 本数1		-4kV	0.3 $\mu$ A	91%	
				-6kV	1.7 $\mu$ A	94%	

なお、放電電流は1m<sup>3</sup>/minに換算し、実測値の3.33倍で示してある。集塵効率はリオン社製パーティクルカウンターKC-01Cを用い、荷電部101直前の粉塵濃度と格子板109直後の粉塵濃度を測定して求めた。粉塵濃度は係数法で測定し、0.167リットルの空気をサンプリングしてその中に含まれる粒径0.3  $\mu$ m以上の粉塵の全個数を測定して求めた。

それぞれの荷電部の構成について図3、4、9を用いて説明する。

比較例であるNo. 9は、従来例の図9と同じ構成であり、線径0.15mm、長さ100mmのタングステン製の線を用いた線状電極102を24mmの間隔で、通風方向に対して垂直方向に2本、即ち、2段設置して0～5.5kVの電圧を印加し、その間に通風方向から見て奥行き長さ15mm、幅100mmの鋼製アース電極板A103を等間隔に3枚設置したものである。なお、線状電極102と格子板109の距離は25mmである。この荷電部101は、従来よく使われている形状の荷電部であり、アース電極板A103を空気のみを絶縁物として線状電極102のまわりに設けているため、両電極間でコロナ放電が起こり、線状電極102近傍で空気が容易にイオン化している。そのため、印加電圧5.5kVで集塵効率92%となり、0kVで50%のフィルタの集塵性能は大幅に高まった。しかし、空気をイオン化するために、大きな放電電流を伴うコロナ放電を起こしているので1m<sup>3</sup>/min換算で13  $\mu$ Aの放電電流が流れた。ちなみに、放電電極に5.0kVを印加して1m<sup>3</sup>/min換算で2  $\mu$ Aの放電電流を流した場合は69%となり、微小な放電電流を流した場合の集塵



性能は十分高まっているとはいえない。

実施例であるNo. 10の構成を図3に示す。放電電極として、本体部径0.7 mm、長さ30 mmの先端が鋭利に尖った針状電極2がダクトの中央に1本、通風方向に対して垂直に設けられており、その30 mm下流側にフィルタ108、その直後に格子板109が設けられている。針状電極2と格子板109は、空気だけでなくフィルタ108で隔てられた構造となっている。格子板109をアースに接続し、針状電極102に0～-6 kVの電圧を印加したところ、-6 kV印加して集塵効率が92%となり、0 kVで50%だったフィルタの集塵性能は大幅に高まった。その時の放電電流は $1\text{ m}^3/\text{min}$ 換算で $2.3\text{ }\mu\text{A}$ であり、比較例であるNo. 9が同じく92%の集塵効率になった時の放電電流と比べて約1/6となり、ほぼ微小であるといえることができる。また、針状電極2に-5 kV印加すると集塵効率が86%と大きく向上し、その時の放電電流は $1\text{ m}^3/\text{min}$ 換算で $0.6\text{ }\mu\text{A}$ であった。使用している針状電極2の本数は1本であり、放電電極1本当たり $1\text{ }\mu\text{A}$ 以下の放電電流で高い集塵効率を得ることができた。印加針状電極2と格子板109の絶縁距離が十分であることと、針状電極2と格子板109の間が絶縁性をもつフィルタで隔てられたことによって過剰な放電電流を抑制し、コロナ放電を起こさないで針状電極からイオンを放出し、粉塵を帯電させることができた。それと針状電極と格子板の間の電界によってフィルタを分極させつづけたことによって、安定して高い集塵性能をフィルタに与えることができた。

実施例であるNo. 11の構成を図4に示す。放電電極として針状電極2が設けられており、その30 mm下流側に、通風方向の幅が30 mmになるようにして6段折ることによって（即ち、山が3つできるように）ブリーツ形状に加工されたフィルタ108、その直後にフィルタと同じように6段折ることによってブリーツ形状に加工された格子板109がフィルタの面に接触するように設けられている。尚、本実施例であるNo. 11においては、格子板109がフィルタの面に接触するようにしているが、必ずしも接触している必要はなく、近接して配置されていればよい。こちらも比較例No. 9と同様に針状電極2と格子板109は、空気だけでなくフィルタ108で隔てられた構造となっている。格子板1

09をアースに接続し、針状電極102に0～-6kVの電圧を印加したところ、-6kV印加して集塵効率が94%となり、No. 9よりも更に高い集塵性能を得ることができた。その時の放電電流は $1.7\mu\text{A}$ であり、比較例であるNo. 9が92%の集塵効率となった時の放電電流と比べて約 $1/8$ となり、ほとんど微小であるといえることができる。また、針状電極2に-4kV印加すると集塵効率は91%と大きく向上し、その時の放電電流は $1\text{m}^3/\text{min}$ 換算で $0.3\mu\text{A}$ だった。使用している針状電極2の本数はNo. 10と同様1本であり、放電電極1本当たり $1\mu\text{A}$ 以下の放電電流で高い集塵効率を得ることができた。このように微小な放電電流で安定して高い集塵性能が得られた理由は実施例であるNo. 10と同様であるといえる。No. 10より高い集塵性能となったのは、フィルタ及び格子板をブリーツ形状に加工することによってフィルタ面の通過風速を小さくしたためである。更に、圧力損失を比較すると、ブリーツ加工していない比較例であるNo. 9が $1\text{m/s}$ の風速で $580\text{Pa}$ であるのに対して、実施例であるNo. 11は $170\text{Pa}$ となり、No. 9に対して $1/3\sim 1/4$ に低下している。その分だけ通風エネルギーが低減していることになり、ファンの回転数を落として送風コスト及び騒音を下げることが可能である。また、洗浄可能な濾材を用いているため、粉塵が付着して汚れや目詰まりがフィルタに顕著に表れてきた場合は、洗浄して粉塵を洗い流した後、乾燥させることにより再び使用することが可能である。洗浄して何度も再生使用するならば、洗浄後に界面活性剤を含有する液体に含浸させてから乾燥すれば再び洗浄可能なフィルタにすることができる。

裏面に導電性塗料を塗布して導電層を形成させたフィルタと針状電極を備えた集塵装置の構成を、図5を用いて説明する。

濾材を分極し、また、濾材に付着した余分な電荷を外に逃がすにはフィルタの下流側にアース接続された導電性の格子板が必要であるが、ブリーツ形状に折り加工されたフィルタを使用する場合などは、その形状に合わせて格子板もブリーツ加工した方が集塵性能を高くすることができる。しかし、ブリーツの段数が増えると格子板のブリーツ加工が難しくなり、更には、ブリーツにする格子板の面積が増えることから加工コストや材料コストが多くなることになる。フィルタ

をブリーツ形状に加工しない場合にも、導電性の格子板なしにフィルタの裏面にアース面を形成することができれば、その分製造も簡単になり材料コストも下げることができる。そこでフィルタ 108 の片面にカーボンブラックなどの導電性を持つ物質を含む塗料を塗布し、乾燥させる。こうすることによって、フィルタ 108 の片側表面に導電層 4 を形成することができる。そして、通風方向から順に、針状電極 2、その下流側に導電層 4 が形成された面を裏面にしてフィルタ 108 を設置し、導電層 4 の面をアースに接続する。こうすることによってブリーツ形状に加工した導電性の格子板を設けなくてもフィルタ 108 の裏面にアース面を形成することができる。導電層 4 を形成する手順としては、濾材をブリーツ形状に加工してフィルタ 108 にした後に、フィルタ 108 の片面に導電性塗料を塗布しても、ブリーツ加工する前の濾材の平面に導電性塗料を塗布し乾燥させてあらかじめ導電層 4 を濾材の片側表面に形成した後に、ブリーツ加工してフィルタにしてもどちらでもよい。

そして、針状電極 2 に高電圧を印加して針状電極 2 とフィルタ 108 の裏面との間に電界を生じさせ、その電界の作用によってフィルタ 108 の濾材を分極させることができる。

なお、本実施例では、アース接続された導電性の格子板 109 として 20 メッシュのステンレス製の網を用いたが、通風可能であればどんなメッシュ粗さでも、もしくは、どんな形状でもよく、例えば、導電性繊維を加工して作った導電性シートなどを用いても同様の効果が得られる。

なお、本実験で使用したフィルタの濾材はポリプロピレンが主成分であるが、分極性を持つならば他の材質でもよく、ポリエチレンやポリフッ化エチレン、または、ポリエステルやポリアミドなどといった分極性をもつ他の濾材でも同様の効果が得られる。

なお、対向するアース電極板を絶縁被覆層で被覆したり、もしくは、取り外すなどしてコロナ放電を抑制し、放電電流を低減した場合に限り、針状電極の代わりにタングステン線などを用いた線状電極を放電電極として用いても、針状電極を放電電極に用いた場合と同様の効果が得られる。

なお、本実施例では、導電性塗料の含有物質としてカーボンブラックを例とし

てあげているが、金属繊維など他の導電性フィラーや、もしくは、導電性ポリマーなど、他の導電性物質を含有物質としてもその効果に差は生じない。

なお、本実施例では特に記述をしていないが、針状電極 2 の印加電圧の極性をマイナスにすれば、人の気分をリラックスさせるなどというよい効果を持つといわれるマイナスイオンを同時に、放出することができることはいうまでもない。

#### (本発明の集塵装置を備えた空調装置の実施例)

図 6 を用いて上記実施例の集塵装置を備えた空調装置（エアコン）の構成を説明する。空調装置本体内に風路の吸込み側から順に、吸込みグリル 5、大きい粉塵を除去する粗塵フィルタ 6、実施例 1 に示した通りの針状電極 2 及びアース接続された導電性の格子板 109 と集塵部 104 を備えた集塵装置 7、光触媒ユニット 8、熱交換機 9、ファン 10、及び吹出し口 11 という構成となっている。上記構成において、室内で発生した粉塵やタバコ煙などは、吸込みグリル 5 から吸込まれ、網状に成形された粗塵フィルタ 6 で綿ほこりなどの大きな粉塵が捕集される。そして、集塵装置 7 で主に粒径 0.1 ~ 10  $\mu\text{m}$  の細かい粉塵が捕集される。集塵装置 7 の上流側に設けられた針状電極 2 から供給されるマイナスイオン（もしくは、プラスイオン）により粉塵が帯電され、その下流側に設けられた集塵部 104 により粉塵が捕集される。この時、針状電極 2 からのオゾン発生量はわずかである。そして、集塵装置 7 で捕集できない分子成分である臭いは光触媒ユニット 8 で除去される。脱臭機構は、従来は吸着剤として活性炭が詰めこまれた脱臭フィルタが使用されており、活性炭は吸着容量が飽和すると脱臭性能がなくなるため、その度に交換して使われてきた。しかし、最近脱臭フィルタに代わるものとして光脱臭触媒が使用されてきており、この光脱臭触媒は臭い成分を触媒の働きで分解するために半永久的に使用することができる。この光触媒ユニット 8 は日光により再生させることが可能なため、晴れた日に天日干しすることによって脱臭性能を復元させることができる。そして、このように清浄化された空気を熱交換機 9 で熱交換することによって任意の温度に変化させ、清浄かつ任意の温度に設定された快適な空気が、ファン 10 を通して吹出し口 11 から供給される。このようにして空調のみではなく、消費電力及びオゾン発生量が小さいと同時に、リラックス効果など人体によい影響を与えるといわれるマイナスイオ

ンをも供給するといった人体によりやさしい空気清浄機能を、空調装置に付加することができる。

また、吸込みグリルと針状電極を一体化して針状電極一体型グリル12とし、本体内部に集塵部104を設けた空調装置の構成図を図7に示す。集塵装置の荷電部である針状電極2を吸込みグリル12の内側に設置し、吸込みグリル12内部に大きい粉塵を捕集する粗塵フィルタ6を設けた以外は図6と同様である。吸込みグリル12と針状電極2を一体化して針状電極一体型グリル12とすることにより、本体の厚さ寸法を小さくすることができ、構造がコンパクトになる。また、集塵部104を独自に取り出せる構造であるために洗浄や交換など集塵部104のメンテナンスを格段に向上させることができる。

本実施例では、本発明の集塵装置をエアコンに組み込んだ例を示したが、ファンヒーター、除湿器など、各種家電製品や産業機器に、集塵装置として組み込み可能である。

#### 発明の効果

以上の説明から明らかなように、本発明によれば集塵に使用するエネルギーを低減し、有害なオゾンの生成を低減して人体によりやさしい集塵装置を提供できる。

また、集塵に使用するエネルギーを低減し、有害なオゾンの生成を低減して人体によりやさしく、マイナスイオンを同時に、発生することにより人体によい影響をもたらすという効果のある集塵装置を提供できる。

また、更に、放電電極の損耗が少なく、付け替えなどのメンテナンスを減らすという効果のある集塵装置を提供できる。

また、更に、汚染環境を高いレベルで清浄化する集塵性能を長時間にわたって発揮するという効果のある集塵装置を提供できる。

また、本発明の集塵装置を備えることにより、人にとってより質の高い環境を実現させる空調装置を提供できる。

また、集塵機能を付加しても本体がコンパクトなままで、集塵部を独自に取り出せることで集塵部のメンテナンス性を向上させることを可能にした集塵機能付

き空調装置を提供できる。

### 請求の範囲

1. コロナ放電をさせずにイオンを放出するイオン放出手段とその下流側に設置された集塵部で構成される集塵装置。
2. イオン放出手段がマイナスイオンを放出する請求の範囲第1項記載の集塵装置。
3. イオン放出手段の放電電極を1もしくは複数個の線状電極とし、線状電極の両側にアース電極を設け、線状電極に高電圧を印加した時の放電電流が線状電極0.1m当たり $1\mu\text{A}$ 以下となるようにアースに接続された電極を絶縁体または半導体で被覆した請求の範囲第1項記載の集塵装置。
4. 前記イオン放出手段がマイナスイオンを放出する請求の範囲第3項記載の集塵装置。
5. イオン放出手段の放電電極を1もしくは複数個の先端が鋭利な針状電極とした請求の範囲第1項記載の集塵装置。
6. 前記イオン放出手段がマイナスイオンを放出する請求の範囲第5項記載の集塵装置。
7. 針状電極の先端部分周囲にコロナ放電を生じさせないように絶縁体または半導体を設けた請求の範囲第5項記載の集塵装置。
8. 針状電極1個当たりの放電電流が $1\mu\text{A}$ 以下である請求の範囲第5項記載の集塵装置。
9. 針状電極が、通風面に対して40mm四方の面積当たり1個以下で配置された請求の範囲第5項記載の集塵装置。
10. 針状電極の下流側にアースに接続した導電性の格子板を設置し、針状電極と格子板との間に集塵部を構成する濾材からなるフィルタを設けた請求の範囲第5項に記載の集塵装置。
11. フィルタと導電性の格子板とをブリーツ状に形成し、互いに重ね合わせるようにして配置した請求の範囲第10項に記載の集塵装置。
12. 針状電極の下流側に濾材からなるフィルタを設け、フィルタの下流側の面に導電性塗料を塗布して導電層を形成し、導電層をアースに接続した請求の範囲

第5項に記載の集塵装置。

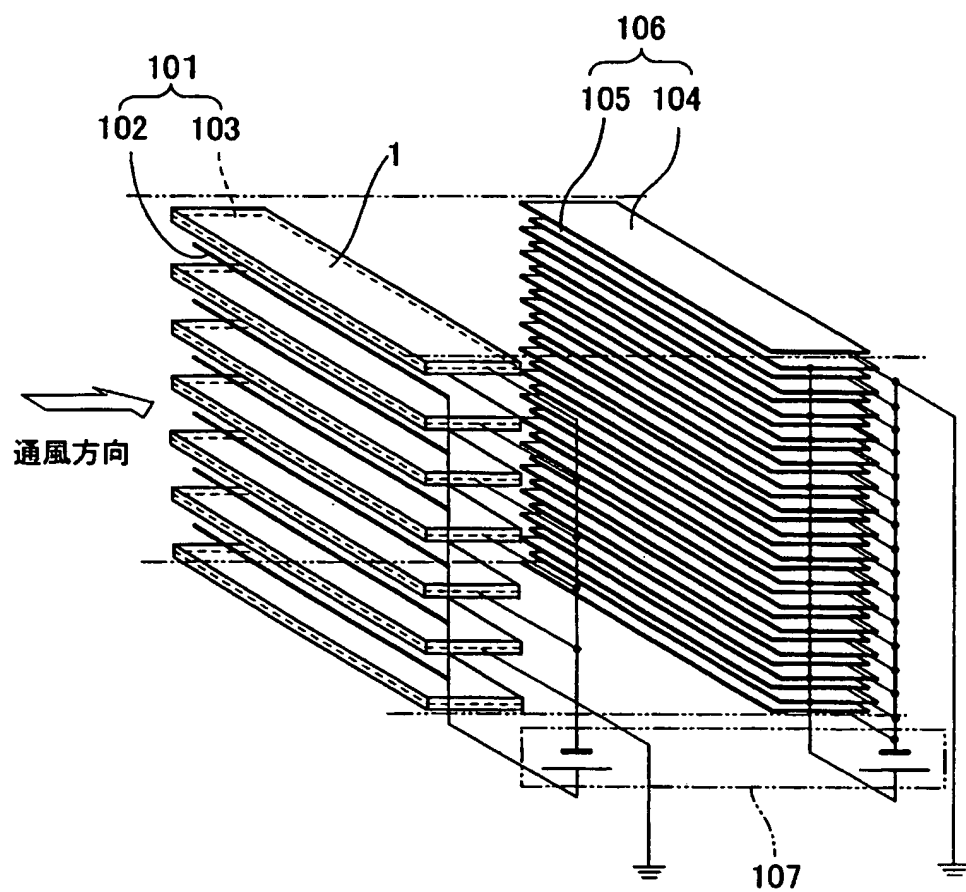
13. フィルタをブリーツ状に形成した請求の範囲第12項に記載の集塵装置。

14. 請求の範囲第1乃至13項のいずれかに記載の集塵装置を備えた空調装置。

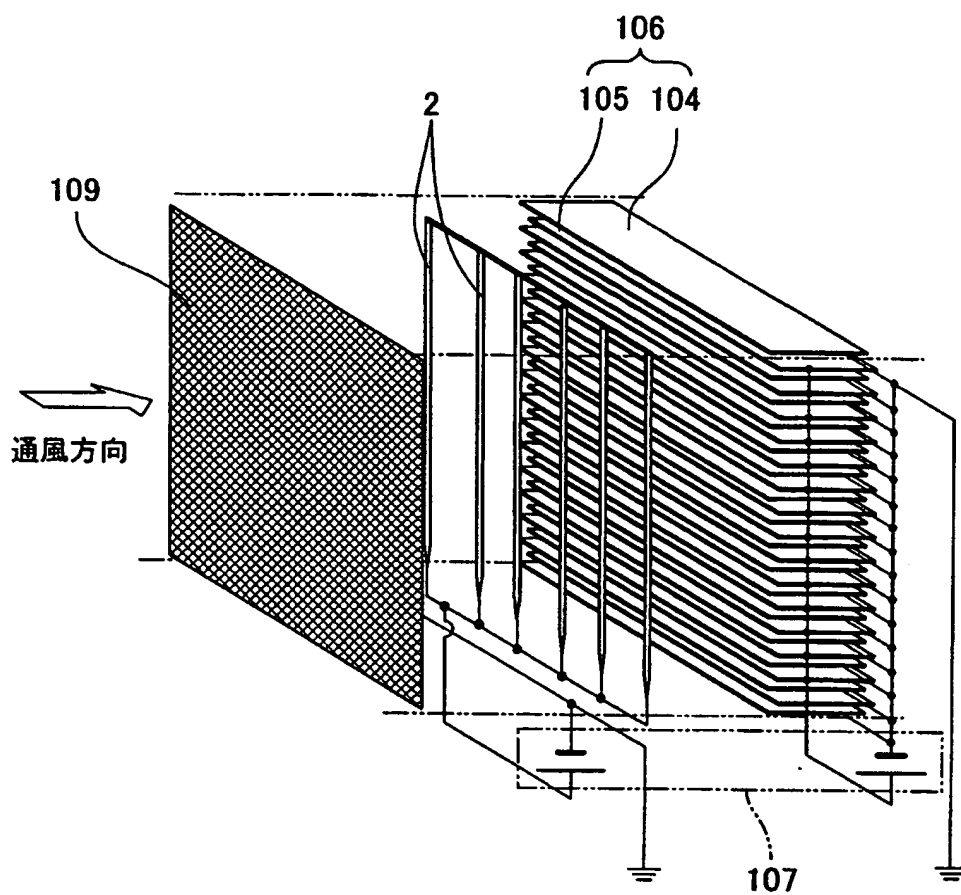
15. 請求の範囲第5乃至13項のいずれかに記載の集塵装置を備え、その針状電極をグリルに直接設けて粉塵を帯電させ、内部に設けられた集塵部で粉塵を捕集する集塵機能を有した空調装置。



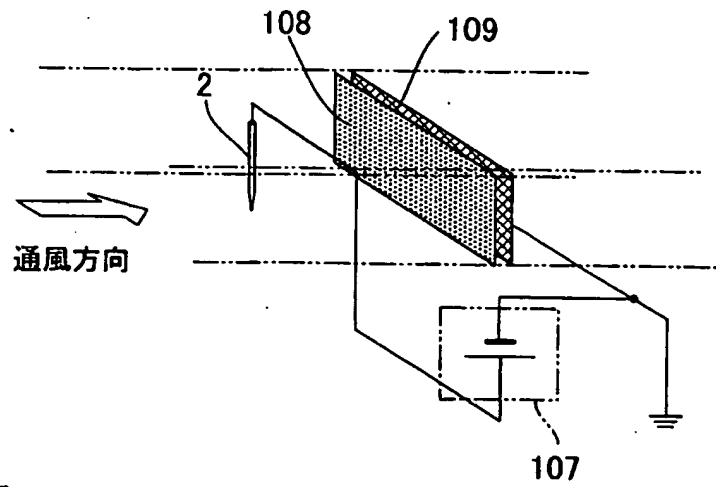
第1図



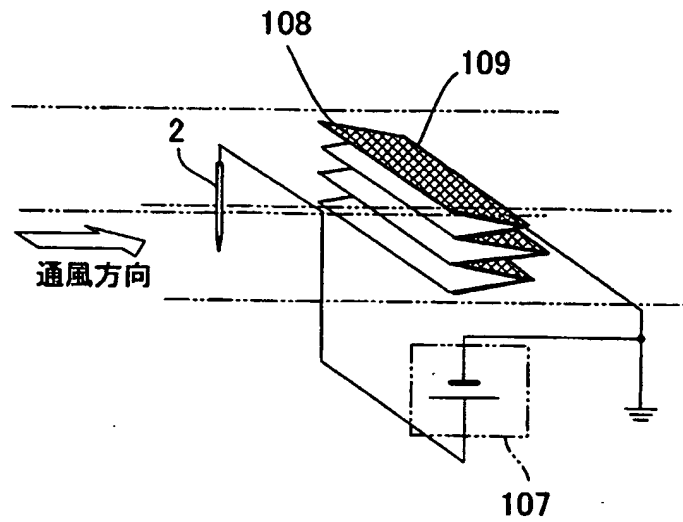
第2図



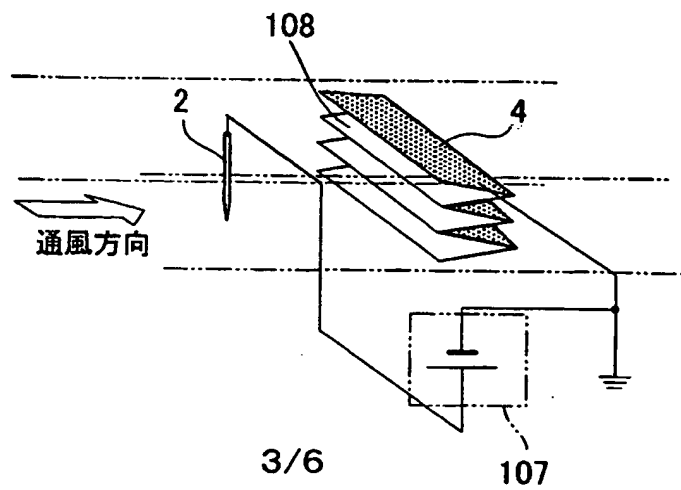
第3図



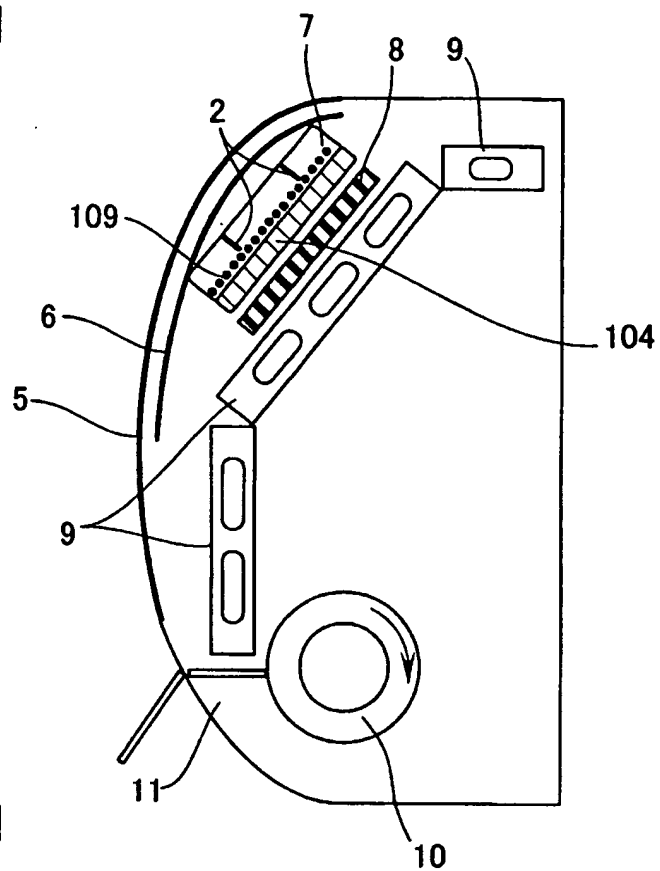
第4図



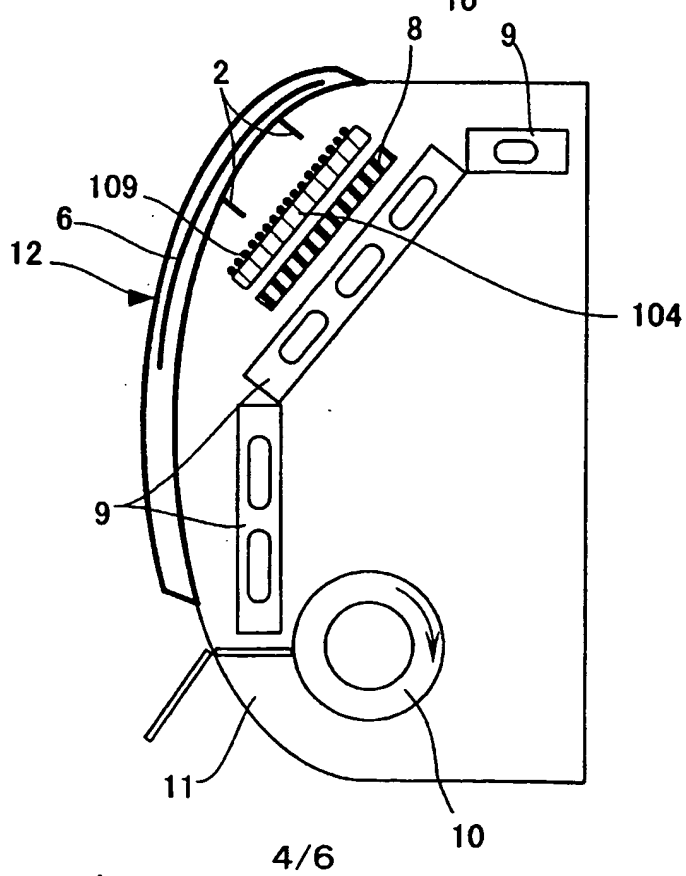
第5図



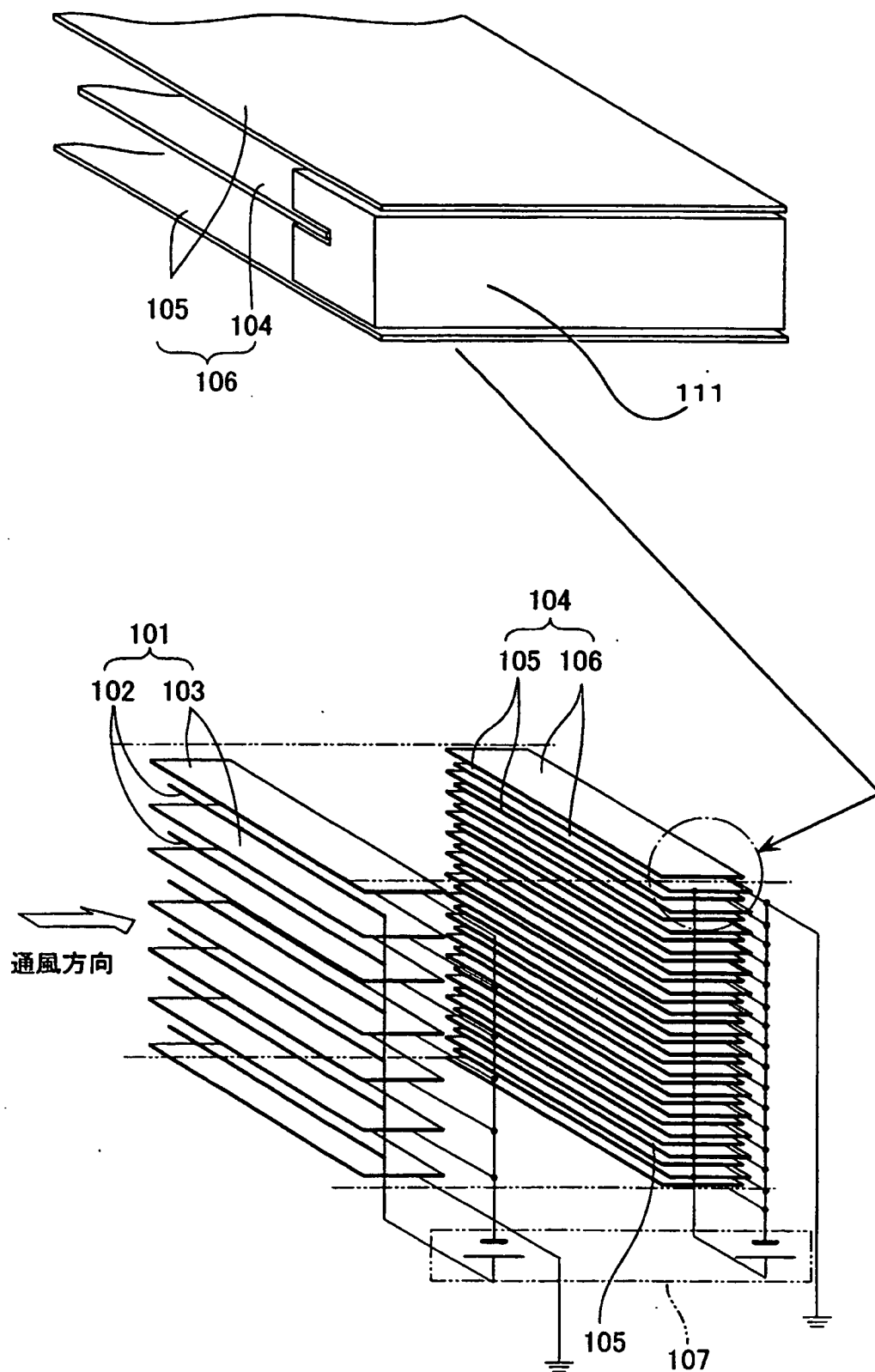
第6図



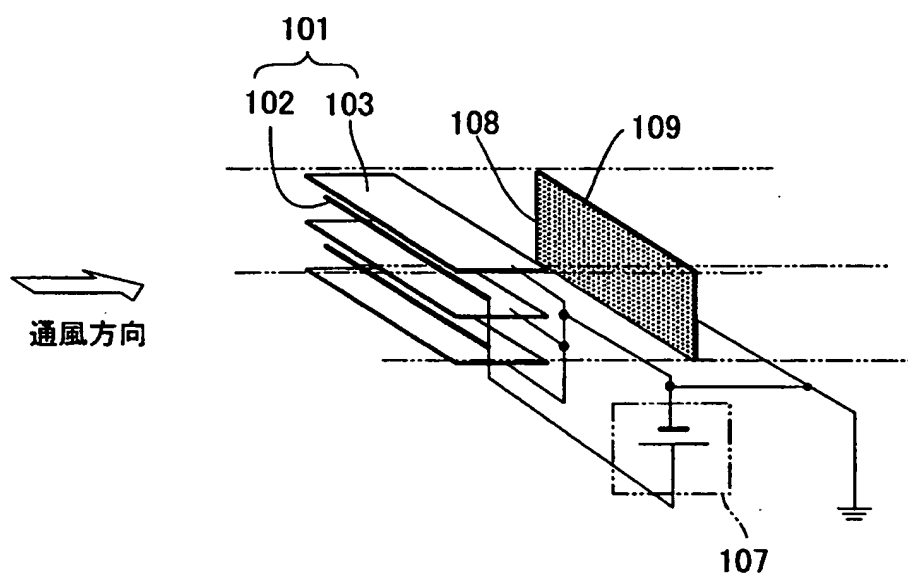
第7図



第8図



第9図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01402

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B03C3/38, 3/41, 3/45, 3/60, 3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B03C3/00-3/88

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI/L (DIALOG)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 10-235221, A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 08 September, 1998 (08.09.98), especially Par. No. [0035] (Family: none)	1, 2, 5, 6 8, 9, 14
Y	Same information as indicated above	15
A	Same information as indicated above	3, 4, 7 10-12
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 175952/1985 (Laid-open No. 83553/1987), (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 28 May, 1987 (28.05.87) (Family: none)	15
A	JP, 61-138550, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 26 June, 1986 (26.06.86) (Family: none)	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 May, 2001 (22.05.01)	Date of mailing of the international search report 29 May, 2001 (29.05.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01402

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 102468/1986 (Laid-open No. 9238/1988), (Japan Vilene Company, Ltd.), 21 January, 1988 (21.01.88) (Family: none)	1-15
A	JP, 3057123, U (Maruko Electron Co., Ltd.), 24 December, 1998 (24.12.98) (Family: none)	1-15



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup>, B03C3/38, 3/41, 3/45, 3/60, 3/14

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup>, B03C3/00-3/88

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2001

日本国登録実用新案公報 1994-2001

日本国実用新案登録公報 1996-2001

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L (DIALOG)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 10-235221, A (松下電工株式会社) 8. 9月. 1998 (08. 09. 98) 特に、段落【0035】 (ファミリー なし)	1, 2, 5, 6 8, 9, 14
Y	同上	15
A	同上	3, 4, 7 10-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 05. 01

国際調査報告の発送日

29.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

豊永 茂弘



4Q

8418

電話番号 03-3581-1101 内線 3467

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願60-175952号 (日本国実用新案登録出願公開62-83553号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (松下電器産業株式会社) 28. 5月, 1987 (28. 05. 87) (ファミリーなし)	15
A	JP, 61-138550, A (松下電器産業株式会社) 26. 6月. 1986 (26. 06. 86) (ファミリーなし)	1-15
A	日本国実用新案登録出願61-102468号 (日本国実用新案登録出願公開63-9238号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本バイリーン株式会社) 21. 1月, 1988 (21. 01. 88) (ファミリーなし)	1-15
A	JP, 3057123, U (丸子電子株式会社) 24. 12月. 1998 (24. 12. 98) (ファミリーなし)	1-15